

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Festigkeitsnachweis von Bauteilen aus  
thermoplastischen Kunststoffen  
Festigkeitsnachweis gegenüber  
statischen Belastungen  
Strength verification of technical molded parts  
made of thermoplastics  
Strength verification against static loads

VDI 2016  
Blatt 2 / Part 2

Ausg. deutsch/englisch  
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung.....	2	Preliminary note .....	2
Einleitung.....	2	Introduction .....	2
<b>1 Anwendungsbereich.....</b>	<b>2</b>	<b>1 Scope.....</b>	<b>2</b>
<b>2 Normative Verweise.....</b>	<b>3</b>	<b>2 Normative references .....</b>	<b>3</b>
<b>3 Begriffe.....</b>	<b>3</b>	<b>3 Terms and definitions.....</b>	<b>3</b>
<b>4 Abkürzungen.....</b>	<b>3</b>	<b>4 Abbreviations.....</b>	<b>3</b>
<b>5 Grundlagen.....</b>	<b>4</b>	<b>5 Basics.....</b>	<b>4</b>
<b>6 Vergleichsbeanspruchung.....</b>	<b>8</b>	<b>6 Comparative stress.....</b>	<b>8</b>
6.1 Maßgebliche Belastung.....	8	6.1 Significant load.....	8
6.2 Materialmodell und Materialmodellparameter.....	8	6.2 Material model and material model parameters.....	8
6.3 Beanspruchungskomponenten .....	11	6.3 Stress components .....	11
6.4 Bestimmung der Vergleichsbeanspruchung.....	11	6.4 Determination of the comparative stress.....	11
<b>7 Nachweis auf Basis von spezifischen Spannungs-Grenzwerten (Verfahren A).....</b>	<b>12</b>	<b>7 Verification on the basis of specific stress limit values (method A).....</b>	<b>12</b>
<b>8 Nachweis auf Basis von pauschalen Spannungs-Grenzwerten (Verfahren B).....</b>	<b>19</b>	<b>8 Verification on the basis of fixed stress limit values (method B).....</b>	<b>19</b>
<b>9 Nachweis auf Basis von pauschalen Dehnungs-Grenzwerten (Verfahren C).....</b>	<b>28</b>	<b>9 Verification on the basis of fixed strain limits (method C).....</b>	<b>28</b>
<b>Anhang</b> Rechenbeispiele.....	<b>35</b>	<b>Annex</b> Sample calculations .....	<b>35</b>
A1 Handgriff aus unverstärktem Polypropylen (Verfahren B).....	35	A1 Handle made of unreinforced polypropylene (method B).....	35
A2 4-Punkt-Biegeversuch (Verfahren A, B).....	38	A2 4-point bending test (method A, B).....	38
A3 Biegeversuch Schlauchstutzen (Verfahren A, B).....	44	A3 Bending test hose nozzle (method A, B) .....	44
A4 Gekerbter Zugstab aus PVC-U mit R 5 (Verfahren A, B).....	49	A4 Notched PVC-U tension rod with R 5 (method A, B).....	49
A5 Glatte Zugstab aus PVC-U mit R 100 (Verfahren A, B).....	54	A5 Smooth tension rod made of PVC-U with R 100 (method A, B).....	54
A6 Smartphoneständer aus verstärktem Polybutylenterephthalat (Verfahren A, B, C).....	59	A6 Smartphone stand made of reinforced polybutylene terephthalate (method A, B, C).....	59
A7 Innendruckprüfkörper aus ASA (Verfahren A, B, C).....	71	A7 Internal pressure test specimen made of ASA (method A, B, C).....	71
A8 Innendruckprüfkörper aus PBT unter Langzeitbelastung (Verfahren A, B, C).....	78	A8 Internal pressure test specimen made of PBT under long-term load (method A, B, C).....	78
A9 Gerader Schnapphaken aus POM-H (Verfahren C).....	85	A9 Straight snap hook made of POM-H (method C).....	85
Schrifttum.....	87	Bibliography.....	87

VDI-Gesellschaft Materials Engineering (GME)

Fachbereich Kunststofftechnik

VDI-Handbuch Kunststofftechnik  
VDI-Handbuch Werkstofftechnik

## Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren und in Bearbeitung befindlichen Blätter dieser Richtlinienreihe sowie gegebenenfalls zusätzliche Informationen sind im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/2016](http://www.vdi.de/2016).

## Einleitung

Diese Richtlinienreihe befasst sich mit Festigkeitsnachweisen von Bauteilen aus thermoplastischen Kunststoffen. Blatt 1 dieser Richtlinienreihe beinhaltet die übergeordneten Grundlagen zu einem Festigkeitsnachweis für Kunststoffbauteile. Jedes weitere Blatt befasst sich jeweils mit einer Art von Festigkeitsnachweis. Zurzeit liegt hierzu Blatt 2 vor.

Gegenstand dieser Richtlinie ist der Festigkeitsnachweis von Bauteilen aus unverstärkten und kurzfaserverstärkten thermoplastischen Kunststoffen. Die Richtlinie liefert Methoden für den Nachweis der Festigkeit des Werkstoffs bzw. des Bauteils.

Weitere, noch zu erarbeitende Blätter behandeln den Festigkeitsnachweis bei anderen Bedingungen, insbesondere bei

- anisotropem Werkstoffverhalten,
- zyklischen Belastungen (Ermüdungsfestigkeit) oder
- stoßartigen Belastungen.

### 1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie ist auf Formteile anwendbar, die mit urformenden Fertigungsverfahren, z.B. dem Spritzgießen, oder mit umformenden Fertigungsverfahren von zuvor urformend produzierten Halbzeugen hergestellt werden.

Die Richtlinie ist nicht anwendbar auf:

- den Nachweis der Stabilität in Bezug auf Knicken, Beulen o. Ä.

## Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

A catalogue of all available parts of this series of standards and those in preparation as well as further information, if applicable, can be accessed on the Internet at [www.vdi.de/2016](http://www.vdi.de/2016).

## Introduction

This series of standards deals with the strength verification of thermoplastic components. Part 1 of this series of standards contains the overarching principles for a strength verification for plastic components. Each subsequent part deals with one type of strength verification. Part 2 is currently available.

The subject of this standard is the strength verification of components made of unreinforced and short-fibre-reinforced thermoplastics. The standard provides methods for verifying the strength of the material or component.

Other Parts still to be developed deal with the strength verification under other conditions, in particular for

- anisotropic material behaviour,
- cyclic loads (fatigue strength), or
- shock loads.

### 1 Scope

This standard is applicable to moulded parts that are produced using primary forming manufacturing processes, e.g. injection moulding, or using forming manufacturing processes from semi-finished products that have previously been produced by primary forming.

This standard is not applicable to:

- proof of stability with regard to buckling, dents, etc.

- Elastomere, da deren Deformations- und Versagensverhalten sich ausgeprägt von jenem der Thermoplaste unterscheidet
- Duroplaste, da für diese Werkstoffgruppe keine ausreichenden Erfahrungswerte zur Anwendung der Verfahren vorliegen
- in Sinterprozessen erzeugte Formteile, da deren Morphologie in der Regel durch viele Grenzflächen dominiert wird und ein spezifisches, von urgeformten Bauteilen unterschiedliches Versagensverhalten in den Grenzflächen aufweisen
- die Festigkeitsbeurteilung von Schweißnähten, wenn auch stellenweise abschätzend darauf eingegangen wird

**Anmerkung:** Für diese Aufgabe wird auf spezialisierte Richtlinien, z.B. des Deutschen Verbands für Schweißen und verwandte Verfahren (DVS), verwiesen.

Diese Richtlinie gilt nicht, wenn ein Festigkeitsnachweis nach anderen Normen, Richtlinien oder Vorschriften gefordert ist, oder wenn spezielle Berechnungsverfahren existieren, z.B. für Kunststoffzahnräder oder Kunststoffrohre.

**Anmerkung:** Ein Festigkeitsnachweis gemäß dieser Richtlinie setzt die Kenntnis bzw. Verfügbarkeit folgender Daten voraus:

- die Beanspruchungskomponenten an den kritischen Stellen des Bauteils in Form von Spannungen bzw. Dehnungen
- die maßgebenden Einsatzbedingungen des Bauteils: Beanspruchungsdauer, Temperatur, Feuchtigkeit, Dehnrate etc.
- die für das gewählte Nachweisverfahren relevanten Werkstoffdaten

## 2 Normative Verweise

Das folgende zitierte Dokument ist für die Anwendung dieser Richtlinie erforderlich:

VDI 2016 Blatt 1:2025-08 Festigkeitsnachweis von Bauteilen aus thermoplastischen Kunststoffen; Grundlagen

- elastomers, as their deformation and failure behaviour differs markedly from that of thermoplastics
- thermosets, as there is insufficient experience in the application of the processes for this group of materials
- moulded parts produced in sintering processes, as their morphology is generally dominated by many interfaces and exhibit a specific failure behaviour in the interfaces that differs from that of primary moulded components
- the strength assessment of welding seams, even if this is also dealt with in an estimative manner in places

**Note:** For this task, reference is made to specialised standards, e.g. of the German Welding Society (DVS).

This standard does not apply if a strength verification is required in accordance with other standards, directives or regulations, or if special calculation methods exist, e.g., for plastic gears or plastic pipes.

**Note:** A strength verification in accordance with this standard requires knowledge or availability of the following data:

- the stress components at the critical points of the component in the form of stresses or strains
- the decisive operating conditions of the component: stress duration, temperature, humidity, strain rate, etc.
- the material data relevant for the selected verification method

## 2 Normative references

The following referenced document is indispensable for the application of this standard:

VDI 2016 Part 1:2025-08 Strength verification of technical molded parts made of thermoplastics; Fundamentals